

理科における児童の素朴概念と学習指導の実態

ー 第5学年「ふりこのきまり」より ー

学習開発コース (11220903) 柿 畠 佳 祐

理科教育では、児童の素朴概念の変容を目指した学習指導の方法が研究されてきている。しかし、概念変容に適した教材開発や、授業研究が十分とはいえない。本研究では、児童の素朴概念とそれを変容させるための指導の実態を明らかにすることを目的とした。そこで児童の素朴概念について先行研究の調査を行うとともに、小学校第5学年「ふりこのきまり」の授業について概念変容の視点から分析した。その結果、児童の振り子の運動に関する素朴概念の一端及び、その学習指導上の問題点と課題を明らかにした。

[キーワード] 小学校理科 理科の学習指導 児童の素朴概念 概念の変容 振り子の運動

1 問題の所在と方法

(1) 問題の所在および研究の背景

理科教育においては、子どもが自然の現象に対してどのような知識や考え方をしているのかという研究が以前から行われている。その中でも子どもの概念研究では、子どもの学習前後の科学的に精緻化されていない知識や考えを素朴概念 (naive concept)¹⁾と呼んでいる。この素朴概念は一般的に言って適切でないことが多いとされている。また、素朴概念は科学概念を学習しても容易には修正されないことが知られている。そして、学習を通して児童がたとえどのように望ましい科学概念を獲得したように見えても、時間の経過とともに、学習前に持っていた素朴概念に戻ってしまうことが指摘されている。この要因の一つとして、理科授業において子どもの素朴概念から授業が展開されていないということがある。したがって、素朴概念の変容のためには授業において、まず児童が持つ素朴概念を活かした指導が求められている。児童の素朴概念に関する様々な取り組みは行われているが、しかし、概念の変容に適した教材の開発や授業研究が十分とはいえない。

そこで本研究では、次のような目的を設定した。

(2) 研究の目的

本研究の目的は、まず、理科における児童の素朴概念について理論と実践の両面から明らかにする。次に素朴概念を基に概念を変容させるための指導の実態について明らかにし、それを踏まえて児童の素朴概念を活かした指導の課題を明らかにすることである。

(3) 研究の方法

次のような方法で研究および実践を行った。

- ①小学校理科を中心として素朴概念とその変容の視点から先行研究を調査し、整理した。
- ②振り子の運動に関する実践的研究を調査した。
- ③先行研究を基に、教職専門実習Ⅱにおいて小学校理科第5学年「ふりこのきまり」での参観及び実践した授業を素朴概念の変容の視点から分析した。
- ④③の分析結果から理科授業における概念変容を目指した指導の現状と課題について考察した。

2 先行研究の検討

(1) 素朴概念 (naive concept) とは

①素朴概念の定義

滝沢 (1991) は「子どもや、子どもばかりでなく初学者が学習を始める以前から持っていたり、学習を始めて以後に持ったりする事のある主として自然現象に関する知識や考えで、習熟した者 (expert) からは通常正しくないとみなされる概念のことを指す。」と定義している。

②素朴概念が変容しない原因

素朴概念が変容しない原因として麻柄 (1996) は、素朴概念それ自体が知識として非常に強力である場合が多いことであると示した。麻柄は素朴概念は日常生活の知覚・認知的体験の中から徐々に形成されたものであり、スキーマ (自らの経験によって構成される一般化された概念) の一種であると言えるとした。そして日常体験の中で時間を掛けてゆつくりと心の中に形成されるスキーマ

は、子ども自身の中での信頼度が非常に高いため、それと矛盾する情報を適切に解釈できず容易には修正・破棄されることがない、という特徴があることを明らかにした。そして素朴概念に対する信頼度が非常に高い場合は、科学概念が無視されたり、例外として解釈されたり、素朴概念に合うように歪曲、改ざんされたり、もしくは新たな別の素朴概念が形成されたりすることが起こる事を示した。素朴概念に対する信頼度がそれほど高くない場合は、実験で反例・反証を示したり事実を確認したりさせれば素朴概念が修正される可能性が高いが、素朴概念が強力である場合には修正されとは限らないことを示した。

また、中山（1998）は、素朴概念が変容しない理由として、授業等で正しい科学概念が教授された後、素朴概念と科学概念はお互い矛盾するにも関わらず、それぞれ独立に知識の中に併存してしまう、と言う状況が起きやすいことを示した。2種類の相反する知識が全く別の無関係な知識として同時に存在してしまうと、学校の授業やテストなどでの文脈では科学概念を用いて考えることができるが、その一方で日常的な文脈では素朴概念に近づいた問題解決をしてしまうということが起こることを指摘している。

このような状況に関して進藤（2002）は科学概念と素朴概念間の接続・照合過程が生起しないまま科学概念が受容されることに原因があると述べている。すなわち、教師が児童の持つ素朴概念を念頭に置かずに科学概念を教授すると、科学概念と素朴概念とがお互いに関連づけられることがないため、児童は両者が矛盾することに気づかないまま学習を進めてしまうことが指摘されている。

(2) 概念変容のための4条件

ポスナーら（1983）は概念を変容するためには、次のような条件が必要であると述べている。

- ・新しい概念がよくわかるものであること
- ・新しい概念がもっともらしいものであること
- ・新しい概念が効果的であること
- ・既存の概念に不満を持つこと

(3) 小学校学習指導要領

① 科学概念を獲得するための考え方

平成20年度改訂小学校学習指導要領・理科編において理科の目標は、「自然に親しみ、見通しをもって、観察、実験を行い、問題解決の能力と自然

を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。」である。児童が科学概念を獲得するためには、自ら自然の事物・現象に働きかけ、問題を解決していくことにより、自然の事物・現象の性質や規則性などを把握し、あらかじめ児童が持っている自然の事物・現象についてのイメージや素朴な概念などについて、意味付け・関係付けを行うことが重要であるとしている。「実感を伴った理解」においては、観察、実験等の具体的な体験を通して主体的に児童が自然の事物・現象についての新しいイメージや概念などを、より妥当性の高いものに更新していくことが重要視されている。

(4) 児童の持つ振り子の運動の素朴概念

「振り子の運動」の内容について学習指導要領では「おもりを使い、おもりの重さや糸の長さなどを変えて振り子の動く様子を調べ、振り子の運動の規則性についての考えを持つことができるようにする」とされている。その中で「糸につしたおもりが1往復する時間は、おもりの重さなどによつては変わらないが、糸の長さによって変わること。」を扱うようになっている。

これに対して児童が学習前に持っている「振り子の運動」の素朴概念について、堀（1998）と、荒木・中村（1999）の研究を表1にまとめた。表1の2つの研究結果には違いが見られるが、調査した児童の生活経験によるものではないかと考えられる。さらに中学校の生徒にも同様の調査を行った結果、「振り子の運動」を学習しても、素朴概念のままで変容できていないことが示されている。

表1. 振り子の運動の素朴概念まとめ

	長さ	重さ	振れ幅	結果
堀	○	○		糸が短い方が周期は短くなる。 おもりが重いと周期が短くなる。
荒木 中村	△	○	○	糸の長さは周期に関係ある。 振れ幅が大きいと周期は短くなる おもりが軽いと周期が短くなる。

○＝素朴概念がある場合、

△＝素朴概念があるが詳細が不明である場合を示す。

3 実践と結果

(1) 振り子の運動に関する授業の実践

教職専門実習ⅡではA小学校第5学年1クラス（21名）で11月8～25日の期間、単元「ふりこの

きまり」について授業を参観及び実践した。今回、参観及び実践したこの単元の概要を表2に示す。

表2. 授業の概要

単元名「ふりこのきまり」(全8時間)

授業時間	学習内容	備考
1, 2時間目	振り子とは何か	
3時間目	振れ幅を変えるとどうなるか	参観
4時間目	おもりの重さを変えるとどうなるか	実践
5時間目	振り子の糸の長さを変えるとどうなるか	実践
6時間目	ふりこのきまり 条件のまとめ	実践
7時間目	振り子を使ったおもちゃ作り	参観
8時間目	テスト	参観

今回の実習では、児童が自分自身の素朴概念に気づく事ができるように、実験を行う前に自分達はどの様に振り子の動きの考えを持っているのか結果を予想させた。そして実験結果と自分の素朴概念との違いから、葛藤を引き出し納得をしたうえで自身の考え方を变えること、自身の経験を実験に対応させて結果を予想する考え方を身につけてもらうことを指導のポイントとして設定した。

(2) 振り子の動きに関する児童の素朴概念の結果

児童に実験結果を予想させたところ、次のような振り子の動きに関する素朴概念を児童は持っていた。それぞれの児童の考えの実態をいかに示す。

① 振り子の振れ幅

次の会話は実験中、周期の記録を取っている場面であるグループ内での児童の発言である。

- C1: (振れ幅を変えても) 全部 12 秒だよ
 C2: えっ 12 秒なの?
 C3: 全部 12 秒ってあり得ない!
 C4: これってありなの?

このような発言が多く、多くのグループで確認され、実験をやり直していた。このことから、児童は振れ幅が大きいほど周期も長くなると考えていると推測される。

② おもりの重さ

おもりの重さを変えた場合に周期はどのように変化するかを児童に予想させた。結果は表3の通りであった。おもりの重さを変化させた場合、このクラスの多くの児童は生活経験(ブランコ・メトロノーム)からおもりの重さ自体には関係がな

いことを考えとして持っていることが分かった。それ以外の考えとして、おもりが重い方が動かすのに大きな力が必要ということでおもりが軽い方が速く動く、もしくは重い方が速く動くという考えが見られた。また、おもりの重さは関係ないと答えた児童の中にも、重いと動きにくい動く勢いがつきやすい、軽いとすぐ動くといったようにおもりの重さに着目する考えが見られた。

表3. おもりの重さを変えた場合の児童の考え方

考え方	人数	タイプ	人数
おもりが重い方が速く動く	3	重いと勢いがつくが軽いとすぐ戻るため	3
おもりが軽い方が速く動く	4	生活経験より	8
おもりの重さは関係ない	14	知識として知っている	3

③ 振り子の糸の長さ

振り子の長さを変えた場合について児童に予想させた。結果は表4の通りである。このクラスのほとんどの児童は自身の生活経験から振り子は短い方が周期が短いと言う考えを持っていることが分かった。

表4. 糸の長さを変えた場合の児童の考え方

考え方	人数	タイプ	人数
短い方が速い	19	生活経験から	3
変わらない	2	知識として知っている	8
		おもりの振れ幅の幅が狭い	3

(3) 意見交流の児童に与えた影響

今回の実践では児童に自分の予想を記述させた。その考えをクラス全体に広げることで、様々な考え方を提示しようとしたが、児童が自分の考えを持ちながらも安易に他人の考えに変更する様子が見られた。

(4) 概念変容に関する指導の分析結果

今回参観及び実践した授業では、児童に今までの考えでは、実験での現象が説明できないということから、児童に今までの考えでは説明ができない不満を与えることができていた。しかし、新しい考え方へ変更することの良さを示す活動や、新しい概念について考える活動がほとんどなく、概念変容の4条件は満たされていなかった。

4 まとめと考察

(1) 実践からの考察

今回の実習で参観した授業では、実験が終了し全体でどのような結果がでたのかを確認した後、教師が今回の実験では振れ幅が違っていても周期が変わらない原因について言及し、振れ幅が大きいほど速度が速いから周期は変わらないという結論で授業は締めくくられた。その時の授業の様子から、速さが違うから振り子の周期が変わらないことを納得している児童と、納得していない児童がいることが見て取れた。このことから、今回の授業では、素朴概念のままで変容しなかったり、素朴概念と科学概念が併存した状態の児童もいたと考えられる。

そして、今回実践した授業では、実験を開始する前に、児童におもりの重さや振り子の長さを変えた場合に自分がどの様に考えているのかを記述させた。その結果、多くの児童が自分の生活経験から考えていることが分かった。また、その考え方について全体で討論する活動がほとんどなかったため、他と自身の比較から、他の意見の理解や矛盾に気付けなかった。また、授業の最後には教師主導で実験結果からどのようなことが言えるのか結論をまとめたことにより、児童の素朴概念を変容させることができなかった。

(2) 学習指導上の問題点

概念変容の条件を満たせなかった原因として、「ふりこのきまり」においては、エネルギー変換を伴う内容であるが、小学校ではそれには触れないことがある。そのため、振り子の運動について、なぜこのような現象が起こるのかを説明することが難しく、理由を考えさせなかった。そのため概念変容の4条件の、概念を分かりやすくする活動や概念の良さを知る活動を授業で実施することができなかった。教科の内容や科学理論によって概念変容の条件を満たすことが難しい場面があることが明らかになった。

5 到達点と課題

(1) 研究に関する到達点

先行研究により、まず理科教育における児童の持つ素朴概念が、科学的に妥当なものへと変容しにくいことを明らかにすることができた。また、実習での授業の分析から、児童の持つ振り子の動きの素朴概念の一端とその指導の問題点を明らか

にすることができた。

(2) 課題

今回の実践では児童が自身の素朴概念に気づくことができるように学習を計画したが、従来の授業に比べて思ったほど効果が見られなかった。よって今後、児童の素朴概念を明らかにするとともに、その考え方を活かし素朴概念を変容させるための授業を提案することが課題である。

注

- 1) 子どもの考え方については素朴概念の他に、ミスコンセプション (misconception) やプリコンセプション (preconception) 等の研究があるが本研究では子どもの素直な考えであること、学習の前後で概念が変容しない場合があると言う部分に着目し、素朴概念とした。

引用・参考文献

- 堀哲夫(1998):『問題解決能力を育てる理科授業のストラテジー 素朴概念をふまえて』, 明治図書, pp. 105 - 107
- 麻柄啓一(1996):『学習者の誤った知識はなぜ修正されにくいのか』教育心理学研究, 第 44 巻 4 号, pp. 379-388
- 文部科学省(2008):『平成 20 年改訂 小学校学習指導要領解説 理科編』, 大日本図書
- 中村三知生, 荒木紀幸(1999):「「ものの動きとはたらき」に関する小学生から大学生に至る素朴概念の比較」, 『兵庫教育大学教科教育学会紀要』第 12 号, pp. 22-27
- 中山迅(1998):「学校知と日常知の隔たり-素朴概念の問題-」, 湯沢正道(編著), 『認知心理学から理科学習への提言 開かれた学びを目指して』, pp. 23-40 北大路書房
- R・オズボーン, P・フライバーグ著(森本・堀訳)『子ども達はいかに科学理論を構成するか』, 東洋館出版社
- ショーン, M. グリン, ラッセル, H, イェーニィ, ブルース, K. ブリットン著, 監訳 武村成和(1993):『理科学習の心理学 子どもの見方と考え方をどう変容させるか』, 東洋館出版社
- 進藤聡彦(2002):『素朴概念の修正ストラテジー』, 風間書房